

Командообразование в научной деятельности: анализ подходов на основании имитационной модели для научно-технического центра в нефтегазовой отрасли

Ф.В.Краснов, С.В.Докука, Р.Э.Яворский

Аннотация— Данное исследование посвящено анализу и прогнозированию результатов научной деятельности. Авторы рассмотрели научную деятельность как коллективное, многокомпонентное действие и проанализировали методические основы командообразования для проведения научных исследований.

Рассмотрение научной деятельности как процесса привело авторов к формулировке формальной математической модели научной деятельности. На основании формальной математической модели авторами поставлен ряд исследовательских вопросов, которые могут стать основанием для дальнейшей работы в этом направлении.

Для проверки исследовательских вопросов авторами был использован аппарат имитационного моделирования. Авторы создали многоагентную цифровую имитационную модель процесса научной деятельности и провели ряд цифровых экспериментов. Для калибровки имитационной модели были использованы открытые данные о результатах научной деятельности научно-технического центра Газпромнефть.

В результате многопрогонного цифрового эксперимента авторами была подтверждена выбранная методика командообразования на основе «ментального кода» и проверены прогнозные возможности имитационной модели на основе графа соавторства.

Полученные экспериментальные результаты согласуются с эмпирическими наблюдениями за результатами научной работы научно-технического центра Газпромнефть.

Данная работа может быть использована в качестве рекомендации для формирования показателей научно-исследовательской деятельности.

Ключевые слова— информационная модель команды, имитационное моделирование, характеристики научно-исследовательской деятельности, наукометрия, организационные гипотезы.

Статья получена 9 ноября 2017.

Ф.В.Краснов, к.т.н., эксперт, ООО «Газпромнефть НТЦ», г. Санкт-Петербург, набережная реки Мойки д.75-79, 190000. krasnov.fv@gazprom-neft.ru, orcid.org/0000-0002-9881-7371, РИНЦ 8650-1127

С.В.Докука, к.с.н., научный сотрудник, НИУ ВШЭ, Кочновский пр., д. 3 г. Москва, Россия, (email: sdokuka@hse.ru).

Р.Э. Яворский, доцент, НИУ ВШЭ, Кочновский пр., д. 3 г. Москва, Россия, (email: ryavorsky@hse.ru)

I. ВВЕДЕНИЕ

Данное исследование посвящено поиску подходов к пониманию деятельности по созданию и публикации научных статей сотрудниками научно-технического центра в нефтегазовой отрасли. Роль эффективности и результативности научно-исследовательской деятельности неуклонно растет как в российской академической среде, так и за рубежом. Поэтому на первый план выходят прогнозирование и оценка результатов научно-исследовательской деятельности. В настоящей работе рассмотрены современные подходы к анализу научно-исследовательской деятельности и апробирована возможность применения имитационного моделирования на основании метода свободных агентов. На основе полученных результатов сформулированы задачи для дальнейшего моделирования и формулировки вопросов для дальнейших исследований.

Продуктивность научно-исследовательских кадров, коллективов и организаций становится ключевой характеристикой как в научных исследованиях, так и в сфере управления наукой [19, 10]. Как отмечается в работе [16], внимание к наукометрическим показателям отдельных ученых, исследовательских подразделений и научных журналов порождается не столько научным интересом, сколько практической необходимостью. В научном сообществе существуют разные точки зрения относительно такого подхода к оценке [13, 14]. Такие наукометрические показатели, как цитируемость, публикационная активность, публикации в журналах с высоким рейтингом, в частности индекс Хирша и импакт фактор [8], ставятся администрацией вузов в детерминанты материальной мотивации сотрудников вузов и НИИ.

В работе [19] отмечается, что научно-исследовательская работа не может быть однозначно описана и оценена с использованием унифицированных и объективных показателей продуктивности, что свидетельствует о необходимости использования сразу ряда показателей. В статье Левина [20], автор выступает против исключительно количественной оценки исследователей. Но несмотря ни на что, тенденция формальной оценки научных исследований продолжает распространяться в связи с отсутствием альтернативы

отношению к научным текстам, как к основному продукту, производимому исследователями. При этом сам процесс производства научного текста не рассматривается в деталях в виду его творческой природы и остается «черным ящиком». Авторы данного исследования видят в этом иррациональность и считают своей обязанностью исследовать сам процесс производства научных текстов как основу для дальнейшей оценки продуктивности научной работы и выявления возможностей для повышения продуктивности исследователей.

К основным компонентам процесса научного исследования относят формирования коллаборации исследователей, процесс создания научной статьи и ее публикации. Опубликованная научная статья является одним из воплощений результатов научного исследования. Существует множество методик ведения исследовательской деятельности. Большинство из них использует структурирование научно-исследовательской деятельности на этапы для упрощения ее понимания. Например, в книге [21] выделены следующие семь этапов:

- Выбор темы научного исследования.
- Изучение мирового опыта по выбранной теме посредством научных источников.
- Составление плана научно-исследовательской работы.
- Накопление материала для проверки обоснованности выдвинутой гипотезы.
- Обработка данных, построение моделей.
- Анализ результатов исследования и выводы.
- Документальное оформление научно-исследовательской работы.

Таким образом, создание научной статьи, как результат научного исследования, может быть представлено в виде формализованного процесса, реализуемого участниками научно-исследовательской группой. Этот процесс принадлежит к категории коллективного социального взаимодействия. И его изучение является нашей задачей в данном исследовании. Поэтому авторы поставили задачу рассмотрения именно процесса совместного проведения научно-исследовательской деятельности и написания научной статьи с последующей публикацией. Кроме этого авторы данного исследования постарались учесть процессы коллективного мышления и коммуникаций, отмеченные в работе [23].

В научной практике исследователи должны делиться результатами своих исследований с коллегами. Публикация статьи в научном журнале является одной из форм коммуникации исследователя с научным сообществом [18]. Помимо публикации статьи, коммуникация может быть осуществлена в виде публикации монографии, тезисов конференций или патентов, а также личных выступлений на конференциях и семинарах. Поэтому научное исследование не может рассматриваться по мнению авторов в отрыве от процесса публикации. Таким образом, в коллаборацию коллектива исследователей необходимо включить редакцию научных журналов и

комитеты научных конференций.

В самом упрощенном виде редакции и комитеты конференций группируются не по формальным рубрикам, типа ГРНТИ, а по определенным ментальным кодам [4], скрытым за описаниями формата и редакционными политиками. Примером такого кода может быть: «Мы принимаем статьи только от членов SPE (Society of Petroleum Engineers)» или «Авторы должны иметь научную степень». Понятие ментального кода широко применяется при анализе объединения в группы [24, 9]. Ментальный код может состоять из отдельных фрагментов, как молекула ДНК. Важно понимать, что именно на основании совпадения ментального кода производится принятие нового участника в сообщество. Что, в нашем случае, означает принятие редакцией или комитетом конференции научной работы к публикации. Иногда часть ментального кода может быть продекларирована, но это не означает, что существенная его часть, на основании которой и будет приниматься решение не остается внутренним достоянием редакции или программного комитета. В таком случае автор будет испытывать недоумение от того, что ему «немотивированно» отказали, так как существенная часть ментального кода редакции или программного комитета конференции ему не доступна.

Процесс публикации научной статьи так же имеет формальные этапы, в которых, однако, не отражен сетевой процесс работы над результатом:

1. Объявление о дате и теме проводимой конференции;
2. Запрос аннотаций статей (call for papers);
3. Экспертная оценка (peer review);
4. Подготовка текста на двух языках;
5. Создание доклада;
6. Выступление с докладом;
7. Подготовка текста в формате для публикации;

Таким образом, можно говорить о фундаментальном процессе, содержащем логику расширения группы, на основании которого работают как малые группы – соавторы, так и большие группы, включающие в общем случае представителей редакций, организационных комитетов конференций, «гостевых авторов», переводчиков, экспертов, осуществляющих оценку и т.п. Рассмотрение таких коллабораций необходимо для понимания процесса публикации научной статьи и последующей оценки вклада отдельных участников.

Разделение труда характеризует зрелость производственных процессов. Для рассматриваемого нами процесса написания научных статей это может означать, что создаются специализированные пулы ресурсов для поддержания определенных этапов без персонификации. Например, из прошлого нам известно жаргонное выражение «кооператив по вписыванию формул» применительно к кандидатским диссертациям. Несмотря на маргинальность этого явления, которое публично осуждалось и процветало за счет востребованности в узкой специализации, авторы видят в нем ранние предпосылки для разделения труда в процессе производства научного исследования и

публикации на его основе. В настоящее время в связи с ускорением производства научных исследований появились новые формы разделения труда (и новые требования к результативности научно-исследовательских кадров), которые нуждаются в изучении.

Вопрос коллективного создания знаний и написания научных исследований в частности имеет много аспектов, связанных с этикой исследователя. Должен ли автор, полностью выполнять все этапы работы над исследованием? Если в работе два соавтора, то какое разделение труда не нарушает этических норм исследователя? Какие роли среди соавторов этичны? В общеизвестном «Курсе теоретической физики» Ландау и Лифшица какую роль выполнял Л. Д. Ландау, а какую Е. М. Лифшиц?

После объединения на основе ментального кода происходит развитие отношений в рамках коллабораций в широком (с внешними участниками) и узком (в рамках исследовательской группы) смыслах. Укрепление соавторских отношений в результате написания нескольких работ создает более устойчивые рабочие группы. Существуют примеры продолжающихся на протяжении десятилетий соавторств. С другой стороны, есть примеры, когда, написав одну исследовательскую работу, авторы больше не сотрудничают. В чем причины устойчивых объединений в соавторские коллективы?

Авторы считают, что во многих научно-методических источниках основное внимание уделено технологиям написания научной статьи и ее оформлению, но не изучению процесса создания научных статей, поэтому считают данную работу практически полезной для администрирования и планирования НИР в понятиях научного менеджмента по системе Тейлора [12].

II. МЕТОДОЛОГИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ

Рассматривая возможности апостериорного и априорного подхода к исследованию сформулированных выше вопросов, авторы склоняются к тому, чтобы отдать первенство экспериментальному изучению данного явления, а потом выяснить какие из теорий смогут составить базу для дальнейшего углубления в изучение феномена соавторства.

Современные возможности прямого имитационного моделирования стали настолько удобны для произведения вычислительных экспериментов, что для начального подхода к изучению сложных социальных явлений достаточно быстро могут дать исследователю существенное понимание их природы. Формализм математической модели в данном случае не абстрагирует в мир греческих букв, а приближает к пониманию родовых особенностей исследуемого объекта.

Модель стремится дать то описание системы, для которого она создается. Но отметим, что создание модели для полного описания социальной системы не является корректной постановкой задачи. Полная модель социальной системы будет настолько же сложна насколько и сама социальная система. Сформулируем

следующее определение модели социальной системы:

Определение 1 Модель социальной системы.

Модель \mathfrak{M}_Ω социальной системы Ω может быть использована для получения характеристик \mathfrak{R} с некоторой точностью δ .

Таким образом, целью модели является получение ответов на некоторую совокупность вопросов. Эти вопросы неявно присутствуют (подразумеваются) в процессе анализа и, следовательно, они руководят созданием модели и направляют его. Это означает, что сама модель должна будет дать ответы на эти вопросы с заданной степенью точности. Если модель отвечает не на все вопросы или ее ответы недостаточно точны, то говорят, что модель не достигла своей цели.

Агентное моделирование предполагает имитацию поведения системы путем настройки поведения отдельных агентов. На основании результатов поведения отдельных индивидов складывается комплексная картина взаимодействий. Метод агентного моделирования используется в дополнение к методу системной динамики, в рамках которой моделируется поведение всей системы в целом.

Программные алгоритмы агентного моделирования разработаны в нескольких информационных системах, в частности Anylogic [3] и NetLogo [15]. Для решения практических задач эти информационные системы используются в социальных науках, в том числе в экономике и социологии [2, 1, 5]. Важной задачей агентного моделирования является включение информации о взаимодействиях агентов между собой, так как в некоторых социальных системах именно комплексная структура взаимодействий индивидуальных агентов и приводит к более сложным макро-состояниям. В исследованиях [11] агентное моделирование используется для изучения динамики социальных сетей и взаимного влияния экзогенных и структурных характеристик друг на друга.

Модель для исследования взаимодействия агентов в процессе создания научных статей была реализована авторами в программной среде агентного моделирования AnyLogic, базирующемся на языке Java [5]. В данной среде для каждого из агентов прописываются определенные правила поведения – эвристики, индивидуальные стратегии [17]. После того, как для каждого из агентов прописываются все правила поведения, запускается серия симуляций. Программные среды для агентного моделирования используются для предсказания коллективного поведения, массовых мероприятий, учебного процесса и многих других социальных процессов.

Для моделирования процессов авторы использовали метод имитационного моделирования на основе внутренних состояний и действий, как в работе [26]. Основное преимущество данного подхода состоит в возможности проведения компьютерного эксперимента для понимания поведения системы в целом с помощью настройки графов состояний и действий децентрализованных индивидуальных агентов. Таким образом, в результате авторы получили базу данных поведения агентов для исследования процессов.

Методика исследования таких баз данных изложена, например, в [22].

В рамках изложенной выше методологии авторы сформулировали следующие вопросы для исследований:

1. В какой степени научная статья отражает проведенную НИР? Можно ли судить о качестве НИР по опубликованному научным исследованиям?
2. Каковы социальные механизмы объединения исследователей для проведения НИР? Какие виды компетенций и в какой степени влияют на такое объединение?
3. Как зависит время проведения НИР от количества участвующих исследователей? Существуют ли естественные ограничения на количество и состав исследовательских групп и на чем они основаны?
4. Каковы эвристические алгоритмы поведения исследователей по отношению к издательствам и программным комитетам конференций? Существуют ли базовые стратегии поведения? Если возможность идентификации и имитации базовых стратегий?
5. Применимы ли подходы time management к НИР? Насколько эффективно рассмотрение научно-исследовательской деятельности как проектной деятельности?
6. Какова модель зрелости научно-исследовательской организации в части проведения НИР? В какой степени возможно определение степени зрелости научно-исследовательской организации на основе анализа публикуемых ей научных статей?
7. Какова структура процессов, составляющих научно-исследовательскую деятельность? Насколько применим процессный подход к изучению научно-исследовательской деятельности? Есть показатели научно-исследовательской деятельности, отражающие характерную структуру составляющих ее процессов?

Далее авторы рассмотрели некоторые из этих вопросов более подробно с помощью имитационного моделирования.

III. ФОРМАЛЬНАЯ МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ

Допустим, что в отраслевой научно-исследовательской организации Ω работают N лаборатории λ_i , где $i \in (1 \dots N)$. Обозначим множество лабораторий $\Lambda = \{\lambda_1 \dots \lambda_N\}$. В лабораториях работают научные сотрудники $A = \{\alpha_1 \dots \alpha_N\}$.

Обозначим множество тематик τ_i , где $i \in (1 \dots N)$, по которым организации Ω ведет НИР как $T = \{\tau_1 \dots \tau_N\}$. Тогда деятельность организации Ω по выполнению НИР может быть описана следующими компонентами:

$$\mathfrak{M}_\Omega = \{S, \Xi, \Psi, E\}, \text{ где } S = \{\Lambda, A, T, X, P\}.$$

Помимо вышеопределенных компонент присутствуют:

$\Xi = \{\xi_1 \dots \xi_N\}$ - множество связей между субъектами (знакомство, соавторство и др.),

$\Psi = \{\psi_1 \dots \psi_N\}$ - множество действий субъектов («поиск темы», «отправка тезисов» и др.),

$P = \{\rho_1 \dots \rho_N\}$ - множество научных работ,

$X = \{\chi_1 \dots \chi_N\}$ - множество научных журналов и конференций.

Сотрудники A организации Ω выполняют НИР по тематикам T , создают научные статьи и доклады P для публикации их в журналах и выступлениях на конференциях X . При создании научных статей P используются обзоры материалов журналов и конференций X .

Конференции и редакции журналов X устанавливают приоритетные тематики T и принимают статьи для публикации по определенному графику (тезисы, полный текст, замечания рецензентов, выступление, публикация) и от наиболее квалифицированных и опытных научных работников.

Научный работник обладает квалификациями по тематикам T , которые можно представить в виде n -мерного вектора $(c_1 \dots c_n)$ и опытом написания статей $(o_1 \dots o_n)$, где $c_i, o_i \in \mathfrak{R}$. И квалификации, и опыт не нуждаются в нормировке. Квалификация растет при успешном выполнении НИР, а опыт растет с успешной публикацией статей по соответствующей тематике.

IV. ЦИФРОВОЙ ЭКСПЕРИМЕНТ

Имитационное моделирование представляет собой статистический эксперимент. Его результаты должны основываться на соответствующих статистических проверках. Авторы выбрали метод повторения для вычисления доверительных интервалов и проверки гипотез.

Таким образом, каждое наблюдение представляется независимым прогоном модели, в котором переходный период не учитывается. Далее производится вычисление средних величин выборки. Так как, прогоны независимы, то применяется стандартная формула для дисперсии.

Как указано в [25], преимуществом данного метода является то, что каждый имитационный прогон модели определяется своей последовательностью случайных чисел из интервала $[0;1]$, что действительно обеспечивает статистическую независимость получаемых наблюдений. Недостатком является то, что все наблюдения могут оказаться под сильным влиянием начальных переходных условий.

В качестве калибровки для моделирования взят Научно-технический центр «Газпромнефть» из работы [6]. В рамках НТЦ выбраны семь тематик исследований $T = \{\tau_1 \dots \tau_N\}$, где $N = 7$:

1. Разработка и эксплуатация нефтяных месторождений
2. Геология и геологоразведочные работы
3. Информационные технологии
4. Техника и технология добычи нефти
5. Проектирование обустройства месторождений
6. Разработка и эксплуатация нефтяных месторождений

7. Бурение скважин

В качестве издателя χ_1 выбрана редакция «Нефтяное хозяйство» выпускающая одноименный журнала с 1933 года. Авторы выбрали номер журнала за декабрь 2016 (НХ,12-2016), полностью состоящий из статей сотрудников «Газпромнефть НТЦ». В качестве конференции χ_2 выбрана конференция 16RPTC (SPE Russian Petroleum Technology Conference and Exhibition), прошедшая 24 октября 2016 года в Москве. Таким образом, $X = \{\chi_1 \dots \chi_N\}$, где $N = 2$.

В настоящее время в анализе социальных коллабораций выделяются два подхода:

- Структурный подход акцентирует внимание на геометрической форме сети и интенсивности взаимодействий (весе ребер). Для интерпретации результатов в данном случае используются структурные теории и теории сетевого обмена.
- Динамический подход акцентирует внимание на изменениях в сетевой структуре с течением времени

Одной из целей моделирования на данном этапе было подтвердить достаточность структуры компонент модели \mathcal{M}_Ω на примере научно-технического центра из нефтегазовой отрасли. При наблюдении визуализации поведения агентов у авторов не возникло необходимости в добавлении новых компонентов в модель.

Для поставленных условий на основании \mathcal{M}_Ω была создана частная модель \mathcal{M}_{GPN} и проведена много прогонная симуляция модели (Рисунок 1).

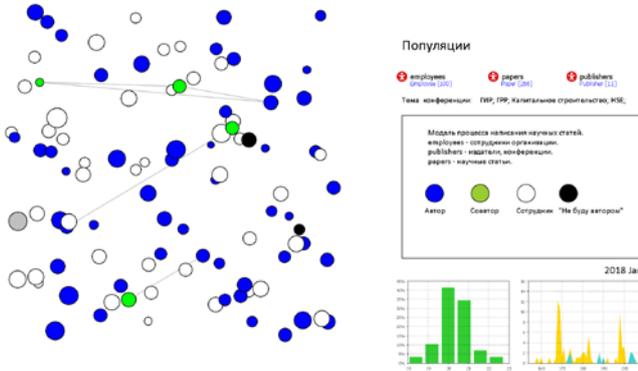


Рисунок 1. Фрагмент визуализации прогона симуляции частной модели для НТЦ из нефтегазовой отрасли.

Далее на основании симуляций была создана база данных для последующего исследования процессов. База данных содержит следующие основные сущности (Рисунок 2).

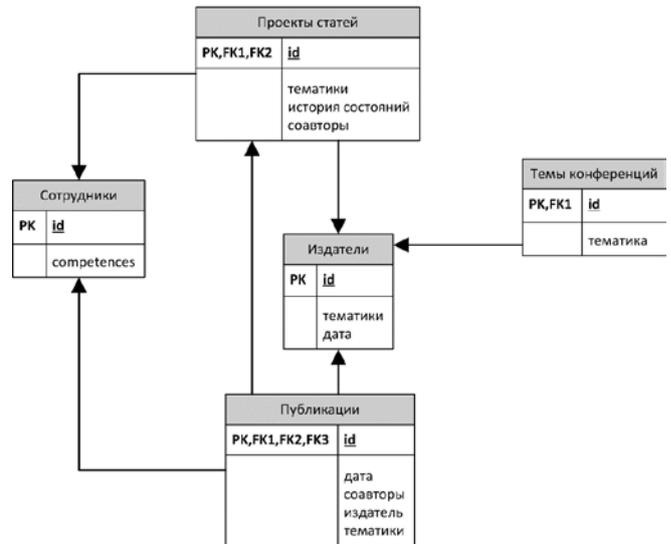


Рисунок 2. Entity relationship diagram (ERD): Сущности процесса создания научных статей.

По результатам имитационного моделирования нами были получены следующие результаты для процесса создания и публикации научной статьи:

1. Средне время написания статьи: 20 недель.
2. Среднее число соавторов: 3.5
3. Максимальное число соавторов: 7
4. Среднее количество статей на одного автора в год: 2
5. Доля статей, не уложившихся в график публикации: 40%.

Данные результаты находятся в согласии с опытом авторов, но нуждаются в дальнейшей проверке.

Для оценки корректности результатов моделирования было проведено сопутствующее библиометрическое исследование реальных эмпирических данных по собственной методике авторов [7]. В соответствии с поставленными условиями эксперимента была создана база публикаций, содержащая следующие информационные поля:

1. Дата публикации статьи
2. Список авторов
3. Название статьи
4. Тематика статьи согласно классификатору тематик T
5. Издатель согласно классификатору X

В базу публикаций были собраны статьи издательства «Нефтяное хозяйство» и публикации из электронной библиотеки сообщества нефтегазовых инженеров SPE OnePetro, сделанные сотрудниками Научно-технического центра «Газпромнефть».

Проведен анализ публикаций и построен граф соавторств (Рисунок 3).

2. Bianchi F., Squazzoni F. Agent-based models in sociology //Wiley Interdisciplinary Reviews: Computational Statistics. – 2015. – Т. 7. – №. 4. – С. 284-306.
3. Borshchev A. The big book of simulation modeling: multimethod modeling with AnyLogic 6. – AnyLogic North America, 2013.
4. Gary M. S., Wood R. E. Unpacking mental models through laboratory experiments //System Dynamics Review. – 2016. – Т. 32. – №. 2. – С. 99-127.
5. Epstein J. M. Agent-based computational models and generative social science //Complexity. – 1999. – Т. 4. – №. 5. – С. 41-60.
6. Krasnov F., Dokuka S., Yavorskiy R. The Structure of Organization: The Coauthorship Network Case //International Conference on Analysis of Images, Social Networks and Texts. – Springer, Cham, 2016. – С. 100-107.
7. F. Krasnov, S. Dokuka, I. Gorshkov, R. Yavorskiy. Analysis of Strong and Weak Ties in Oil & Gas Professional Community. // Proceedings of International Workshop on Formal Concept Analysis for Knowledge Discovery. - 2017. - pp. 22-33.
8. Hirsch J. E. An index to quantify an individual's scientific research output //Proceedings of the National academy of Sciences of the United States of America. – 2005. – Т. 102. – №. 46. – С. 16569.
9. Gentner D., Stevens A. L. Mental models. – Psychology Press, 2014.
10. Pislyakov, V. and Shukshina, E. (2014), Measuring excellence in Russia: Highly cited papers, leading institutions, patterns of national and international collaboration. J Assn Inf Sci Tec, 65: 2321–2330. doi:10.1002/asi.23093
11. Snijders T. A. B., Van de Bunt G. G., Steglich C. E. G. Introduction to stochastic actor-based models for network dynamics //Social networks. – 2010. – Т. 32. – №. 1. – С. 44-60.
12. Taylor, Frederick Winslow, The Principles of Scientific Management, New York, NY, USA and London, UK: Harper & Brothers, 1911
13. Vinkler P. Eminence of scientists in the light of the h-index and other scientometric indicators //Journal of information science. – 2007. – Т. 33. – №. 4. – С. 481-491.
14. Van Raan A. F. J. Comparison of the Hirsch-index with standard bibliometric indicators and with peer judgment for 147 chemistry research groups //scientometrics. – 2006. – Т. 67. – №. 3. – С. 491-502.
15. Wilensky U. NetLogo. – 1999.
16. Алескеров Ф. Т., Бадгаева Д. Н., Писляков В. В., Стерлигов И. А., Швыдун С. В. Значимость основных российских и международных экономических журналов: сетевой анализ // Журнал новой экономической ассоциации. 2016. Т. 2. № 30. С. 193-207
17. Доминяк В. И. Организационная лояльность: модель реализации ожиданий работника от своей организации //Дисс. на соиск. уч. ст. канд. псих. н., СПб, СПбГУ. – 2006.
18. Данилевская Н.В. Оценка как источник динамики текстообразования в научной коммуникации // Международный научно-исследовательский журнал. 2016. № 12-2 (54). С. 27-30.
19. Клешева И.В. Оценка эффективности научно-исследовательской деятельности студентов. – СПб: НИУ ИТМО, 2014. – 92 с.
20. Левин В. И. Возможна ли правильная оценка вклада ученого в науку с помощью индекса хирша? примеры //Математические методы в технике и технологиях-ММТТ. – 2016. – №. 6. – С. 100-102.
21. Липчиу Н. В. и Липчиу К. И. Методология научного исследования [Книга]. - Краснодар : ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина», 2013.
22. Ланцев Е.А., Дорпер М.Г. Агентное имитационное моделирование бизнес-процессов в нотации eEPC // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. – 2013. – № 3. – С. 86–92.
23. Мкртчян М.А. Фазы переходного периода от группового способа обучения к коллективному // Коллективный способ обучения. 1995. № 2. С. 8-11.
24. Сидоренков А. В. Групповая сплоченность и неформальные подгруппы //Психологический журнал. – 2006. – Т. 27. – №. 1. – С. 44-53.
25. Строгалев В. П., Толкачева И. О. Решение прикладных технических задач методом имитационного моделирования //Инженерный журнал: наука и инновации. – 2013. – №. 3. – С. 8-8.
26. Поспелов Д.А. От моделей коллективного поведения к многоагентным системам // Программные продукты и системы. – 2003. – № 2.
27. Журнал «Нефтяное Хозяйство» // Архив редакции «Нефтяное хозяйство». - 2016. - №12. http://www.oil-industry.net/Journal/archive_detail.php?ID=11007
28. Российская нефтегазовая техническая конференция SPE // 16RPTC. – 2016. <http://rca.spe.org/en/events/ar/spe-russian-petroleum-technology-conference-and-exhibition-2016/>

Team assembly in R&D: A review of imitating modeling approach for science and technology center in Oil&Gaz industry

Fedor Krasnov, Sofia Dokuka, Rostislav Yavorskiy

Abstract — This paper aims to explore the analysis and prediction of the scientific research work. Authors examine the scientific research work as collective complex action. Authors investigated the methodological basis of the team formation for the scientific research. The scientific research was studied as a complex action which consisted of many components. Such approach resulted in the formal model of the scientific activity.

Authors of the paper modelled the agent-based environment of the scientific activity. The model was calibrated based on data from scientific collaborations of science and technology center Gazpromneft. Results of agent-based models proved the possibilities of the methodological approach. The obtained results go in line with the predictive abilities of the imitations models.

Keywords— team information model, imitation model, characteristics of science work, scientometrics, organizational hypothesis.